

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 229/83

(51) Int.Cl.⁵ : **F02D 1/18**

(22) Anmeldetag: 24. 1.1983

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1990

(45) Ausgabetag: 25. 1.1991

(56) Entgegenhaltungen:

US-PS3815564 DE-OS2807737

(73) Patentinhaber:

ROBERT BOSCH AKTIENGESELLSCHAFT
A-5400 HALLEIN, SALZBURG (AT).

(54) EINRICHTUNG ZUR VERSTELLUNG DES FÖRDERBEGINNES EINER BRENNSTOFFEINSPRITZPUMPE

AT 392 120 B

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Verstellung des Förderbeginns einer Brennstoffeinspritzpumpe für Einspritzbrennkraftmaschinen, bei welcher in einem ortsfesten Gehäuse die Einspritzpumpenwelle mit einer Antriebswelle mittels einer durch ein mit einer Steuereinrichtung verbundenes Stellglied axial verschiebbaren Muffe mit Innenverzahnungen gekuppelt ist, die in Außenverzahnungen der beiden gleichachsig angeordneten Wellen eingreifen, von welchen paarweise miteinander in Eingriff stehenden Verzahnungen wenigstens eine schräg zur Achse verläuft, wobei die Muffe in einem Halteelement drehbar gelagert ist und das Stellglied am Halteelement angreift, in Abhängigkeit von Betriebsgrößen elektrisch betätigbar und von einem Elektromotor gebildet ist.

Eine Einrichtung der eingangs genannten Art ist beispielsweise der US-PS 3 815 564 zu entnehmen. Diese Literaturstelle zeigt und beschreibt eine Einrichtung zur Verstellung des Förderbeginns einer Brennstoffeinspritzpumpe, bei welcher in einem ortsfesten Gehäuse die Einspritzpumpenwelle mit einer Antriebswelle mittels einer durch ein Stellglied axial verschiebbaren Muffe mit Innenverzahnungen gekuppelt ist, die in Außenverzahnungen der beiden gleichachsig angeordneten Wellen eingreifen, von welchen paarweise miteinander in Eingriff stehenden Verzahnungen wenigstens eine schräg zur Achse verläuft, wobei die Muffe durch ein Element relativ zu diesem gegen axiale Verschiebung gesichert drehbar gelagert ist. Das Stellglied greift am Element an und ist zur Verdrehung desselben in Abhängigkeit von Betriebsgrößen elektrisch betätigbar, wobei bei der Ausbildung gemäß der US-PS 3 815 564 das als Elektromotor ausgebildete Stellglied nur für eine Verdrehung des Halteelements bewegt wird.

Eine zu der eingangs erwähnten Einrichtung ähnliche Einrichtung ist auch der DE-OS 28 07 737 zu entnehmen, bei welcher jedoch kein Elektromotor als Stellglied Verwendung findet. Bei dieser bekannten Einrichtung ist eine Muffe in einem Arbeitskolben drehbar gelagert, wobei der Druckraum des Arbeitskolbens von einem Steuerkolben gesteuert wird.

Weitere Konstruktionen sind beispielsweise aus der GB-PS 537 958 und aus der AT-PS 298 881 bekannt. Bei diesen bekannten Konstruktionen ist das Stellglied ein auf der von der Brennkraftmaschine angetriebenen Antriebswelle oder auf der Einspritzpumpenwelle sitzender Fliehkraftdrehzahlgeber, dessen schwenkbar gelagerte Fliehkewichte in Abhängigkeit von der Drehzahl unmittelbar die axiale Verschiebung der Muffe bewirken. Damit ist jeder Drehzahl der Brennkraftmaschine eine vorbestimmte Einstellung des Förderbeginns der Einspritzpumpe zugeordnet. Gemäß der AT-PS 298 881 ist zusätzlich noch die Ausgangsstellung der Muffe willkürlich axial verstellbar, wodurch der Regelbereich beispielsweise zur Anpassung der Brennkraftmaschine an unterschiedliche Brennstoffe verschoben werden kann.

Im allgemeinsten Fall soll aber die relative Winkellage von Antriebswelle und Einspritzpumpenwelle in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsgrößen ohne Eingriff von außen selbsttätig verändert werden, um damit den Förderbeginn der Einspritzpumpe bzw. den Einspritzbeginn an der Einspritzdüse im Verhältnis zu einer typischen Kurbelwellenstellung der Brennkraftmaschine zu verändern. Die Ermittlung des günstigen Förderbeginns erfolgt unter den Gesichtspunkten einer Minimierung des spezifischen Brennstoffverbrauches und der Schadstoffemission in Abhängigkeit von insbesondere der Drehzahl und dem Drehmoment der Brennkraftmaschine sowie von weiteren Kennwerten, wie atmosphärischem Luftdruck, Saugrohrdruck, Motortemperatur usw. Bei der sich gegenwärtig ausbreitenden Anwendung von elektronischen Steuer- und Regeleinrichtungen für Brennkraftmaschinen können diese Kennwerte in Form von Kennfeldern in einem frei programmierbaren Schaltwerk, insbesondere in einem Mikroprozessor, gespeichert sein, welches dann die jeweils erforderliche Verstellung des Förderbeginns ermittelt und über einen Leistungsverstärker das Stellglied ansteuert, das die Relativverdrehung der beiden Wellen vornimmt.

Bei Brennstoffeinspritzpumpen für Dieselmotoren ist zu beachten, daß das erforderliche Antriebsdrehmoment für die Pumpe, welches über die axial verschiebbare Muffe der Verstelleinrichtung übertragen werden muß, nicht von gleichmäßiger Größe ist, sondern im Augenblick des Fördervorganges eines Pumpenelementes der meist mehrzylindrigen Reihpumpe einen hohen Spitzenwert erreicht, der sich über wenige Winkelgrade erstreckt und dann über einen gewissen Winkel, der meist größer ist als der Förderwinkel, einen Wert nahe Null aufweist und auch geringfügig negativ sein kann. Man unterscheidet also im Verlauf des Drehmomentes über dem Nockenwinkel der Einspritzpumpenwelle eine Förderphase mit hohem Drehmoment und eine Freiphasen mit niedrigem Drehmoment.

Wollte man die Verstelleinrichtung derart auslegen, daß sie auch in der Förderphase verstellt bzw. dem durchgeleiteten Drehmoment widersteht, ohne eine wesentliche Rückdrückung zu erleiden, so wäre dazu ein Stellglied sehr hoher Leistung erforderlich. Aus diesem Grund kommt ein elektrisch gespeistes Stellglied für einen unmittelbaren Linearantrieb der Muffe oder für einen Antrieb der Muffe mittels Ritzel und Zahnstange praktisch nicht in Betracht.

Die Erfindung zielt darauf ab, eine Einrichtung zur Verstellung des Förderbeginns einer Brennstoffeinspritzpumpe zu schaffen, deren Stellglied ohne übermäßigen Leistungsbedarf auskommt und bei der ungewollte Verstellungen durch die Reaktionskräfte der Brennstoffeinspritzpumpe weitestgehend vermieden sind. Zur Lösung dieser Aufgabe besteht die Erfindung bei einer Einrichtung der eingangs angegebenen Art im wesentlichen darin, daß die Muffe ein Außengewinde aufweist und in einem Innengewinde des als drehbar gelagerte, gegen axiale Verschiebung gesicherte Hülse ausgebildeten Halteelements verschraubbar ist und daß der Elektromotor an der mit der Einspritzpumpenwelle und der Antriebswelle umlaufenden Hülse angreift und zur

Relativverdrehung derselben gegenüber der Muffe beschleunigbar bzw. verzögerbar ist. Durch die Wahl der Steigung des Gewindes der Hülse und der Muffe ist eine Selbsthemmung gegenüber dem Einfluß axialer Kräfte erzielbar und zugleich ergibt sich dadurch eine Übersetzung für den Drehantrieb der Hülse, da bereits bei einem Steigungswinkel des Gewindes von weniger als 45° die am Umfang der Hülse aufzubringende Kraft für ihre axiale Verstellung kleiner ist als die zu überwindende axiale Reaktionskraft. Bei dieser Ausbildung rotiert sowohl die Muffe als auch die Hülse im normalen Betrieb mit der gleichen Umdrehungsgeschwindigkeit wie die Einspritzpumpenwelle bzw. die Antriebswelle. Die relative Verstellung der Winkellage der Einspritzpumpenwelle relativ zur Antriebswelle wird durch Verzögerung bzw. Beschleunigung des Antriebes für die Hülse erzielt. Wesentlich ist, daß der Rotor des Elektromotors ständig synchron zur Hülse rotiert und lediglich für die Durchführung der Verstellung aus seinem Synchronlauf geringfügig vorwärts oder rückwärts verdreht wird. Das elektrisch betätigbare Stellglied ist zweckmäßig ein Elektromotor, insbesondere ein Gleichstrom-Stellmotor oder ein Schrittmotor. Ein Gleichstrom-Stellmotor bietet den Vorteil eines günstigen Verhältnisses von abgegebener Leistung zu Volumen.

Günstige Zusammenbaumöglichkeiten des Elektromotors mit der Verstelleinrichtung ergeben sich, wenn die Welle des Elektromotors parallel zur Achse der Hülse angeordnet ist, wobei die Kraftübertragung unmittelbar über Stirnzahnräder oder über einen Zahnriemen erfolgen kann, wobei die Ausbildung bevorzugt so getroffen ist, daß der Elektromotor mit einem Stirnrad versehen ist, das mit einer Außenverzahnung der Hülse kämmt. Eine weitere, besonders vorteilhafte und kraftsparende Ausbildung ergibt sich, wenn die Hülse drehfest mit dem Rotor des das Stellglied bildenden Elektromotors verbunden ist.

Zur Steuerung des Stellgliedes für den Antrieb der Hülse bzw. der Muffe ist es vorteilhaft, die Rotationsgeschwindigkeit der Antriebs- bzw. der Einspritzpumpenwelle zu erfassen. Zu diesem Zweck ist die Ausbildung bevorzugt so getroffen, daß wenigstens ein die Drehzahl und/oder die Drehstellung erfassender Sensor mit der Antriebswelle und der Einspritzpumpenwelle zusammenwirkt, und daß der oder die Sensor(en) in an sich bekannter Weise mit der Steuereinrichtung verbunden sind. Es kann hierbei ein gemeinsamer Sensor sowohl die Drehstellung der Antriebswelle als auch der Einspritzpumpenwelle erfassen, jedoch sind vorteilhaft für jede dieser Wellen gesonderte Sensoren vorgesehen, deren Signalleitungen mit der Steuereinrichtung verbunden sind. Die Sensoren können in an sich bekannter Bauweise ausgeführt sein und beispielsweise mit Markierungen an der Antriebswelle bzw. der Einspritzpumpenwelle zusammenwirken.

Zur Steuerung des exakten Einspritzpunktes ist neben der Vorgabe des Soll-Wertes für den Einspritzzeitpunkt die Erfassung des Ist-Wertes in geeigneter Form wünschenswert. Zu diesem Zweck ist die Ausbildung vorzugsweise so getroffen, daß die Steuereinrichtung einen Komparator enthält, welcher die Signale des mit der Einspritzpumpenwelle zusammenwirkenden Sensors mit den Signalen des mit der Antriebswelle zusammenwirkenden Sensors vergleicht und ein ein Maß für den Ist-Wert des Einspritzzeitpunktes darstellendes Signal erzeugt. Umgekehrt ist es in den Fällen, in welchen der Soll-Wert den Ist-Werten entspricht, möglich, das Stellglied passiv unter Vermittlung der Hülse bzw. der Muffe anzutreiben. Bevorzugt ist jedoch die Ausbildung, bei welcher das Stellglied bei Übereinstimmung des Ist-Wertes des Einspritzzeitpunktes mit dem Soll-Wert desselben für synchronen Antrieb der Hülse mit der Antriebswelle gesteuert ist, wofür die gleichen Sensoren wie für die Ermittlung des Ist-Wertes der Verstellung der Drehwinkellage zwischen Antriebswelle und Einspritzpumpenwelle herangezogen werden können.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen: Fig. 1 einen Axialschnitt durch eine erste Ausführungsform und Fig. 2 einen analogen Schnitt durch eine abgewandelte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verstelleinrichtung.

In Fig. 1 ist auf dem antriebsseitigen Ende einer Nockenwelle (1) einer Einspritzpumpe (2) ein hohler Wellenstummel (3) mittels einer Schraube (4) befestigt. Dieser Teil weist eine schräge Außenverzahnung (5) auf. Ein mit einem Antriebsflansch versehener hohler Wellenstummel (6) ist drehbar auf dem Teil (3) gelagert und gegen axiale Bewegung mittels der Schraube (4) gesichert. Der hohle Wellenstummel (6) weist in der Nähe seines der schrägen Außenverzahnung (5) benachbarten Endes eine gerade Außenverzahnung (7) auf. Die beiden Außenverzahnungen (5) und (7) sind von einer Muffe (8) übergriffen, die je eine mit je einer dieser Außenverzahnungen (5) und (7) kämmende, entsprechende Innenverzahnung (9) bzw. (10) aufweist. Bei einer axialen Verschiebung der Muffe (8) ausgehend von der gezeichneten Lage nach rechts erfolgt auf Grund der schrägen Verzahnung (5) und (9) eine Relativverdrehung der Nockenwelle (1) gegenüber dem Wellenstummel mit Flansch (6). Die Muffe (8) weist ein Außengewinde (11) auf. Eine Hülse (12), welche auf den Wellenstummeln (3) und (6) drehbar gelagert ist, weist ein dem Außengewinde (11) entsprechendes Innengewinde (13) auf. Das Gewinde ist als selbsthemmend gegenüber der Axialkraft der Schrägverzahnungen (5, 9) ausgelegt, welche auf die Muffe (8) während des Einspritzvorganges wirkt. Die Hülse (12) ist axial zwischen den Wellenstummeln (3) und (6) fixiert. Damit wird bei relativer Verdrehung der Hülse (12) gegenüber den Wellenstummeln (3) und (6) eine axiale Bewegung der Muffe (8) und dadurch eine Relativverdrehung der Nockenwelle (1) gegenüber dem Wellenstummel (6) ermöglicht.

Diese Relativverdrehung zwischen der Hülse (12) und den Wellenstummeln (3, 6) ist nur zwischen den einzelnen Einspritzvorgängen möglich. Dabei sind die Axial- und Radialkräfte, die auf die Muffe (8) wirken, niedrig. Die Relativverdrehung zwischen der Hülse (12) und den Wellenstummeln (3, 6) erfolgt mittels eines Elektromotors (74), welcher ein Stirnrad (15) aufweist. Die Antriebswelle (16) des Elektromotors (74) ist

drehfest mit dem Stirnrad (15) verbunden und dreht sich auf Grund des Eingriffes dieses Stirnrades (15) in die Außenverzahnung der Hülse (12) mit einer der Nockenwellendrehzahl proportionalen Drehzahl, da die Gewinde (11) und (13) selbsthemmend gegenüber den Reaktionskräften der Einspritzpumpe (2) ausgebildet sind.

Der Elektromotor (14) kann nun durch entsprechende Steuerung, wie beispielsweise Änderung des Stromes, Umpolen, Einschalten von Widerständen od. dgl., gegenüber dieser Synchronzahl beschleunigt oder abgebremst werden. Eine derartige Beschleunigung bzw. Abbremsung gegenüber der Synchronzahl führt zu einer relativen Verdrehung der beiden Wellenstummel (3) und (6), und es ist somit möglich, den Spritzbeginn zu verändern.

Die relative Verdrehung der Nockenwelle (1) gegenüber dem Wellenstummel (6) wird von zwei Sensoren (17) und (18) gemessen, wobei der Sensor (17) auch für die Drehzahlmessung herangezogen werden kann. Der ermittelte Ist-Wert der Verdrehung der Einspritzpumpenockenwelle gegenüber dem Wellenstummel (6) wird in einer elektronischen Steuer- und Auswerteschaltung (19) mit dem entsprechenden Soll-Wert verglichen, welcher sich auf Grund der Eingangsdaten für Drehzahl, Drehmoment, Kühlwassertemperatur od. dgl. ergibt. Der Elektromotor (14) wird entsprechend dem Ergebnis dieses Vergleiches von Ist-Wert und Soll-Wert gesteuert.

Der Spritzversteller ist in einem Gehäuse (21) untergebracht, welches direkt mit der Einspritzpumpe (2) verbunden ist. Der Elektromotor (14) ist an einem Gehäusedeckel (22) festgelegt. Durch zwei Wellendichtringe (23) und (24) und einen Wellendeckel (25) ist der Spritzversteller abgedichtet.

Die Steuerleitung für die Steuerung des Elektromotors (14) ist mit (26) bezeichnet. Die Signale der Sensoren (17) und (18) werden über Signalleitungen (27) und (28) der elektronischen Auswerte- und Steuerschaltung (19) zugeführt. Die Meßwerte für Betriebskenngrößen, wie beispielsweise Drehzahl, Drehmoment, Kühlwassertemperatur, Ladedruck, Atmosphärendruck od. dgl., werden über Signalleitungen (29) an die elektronische Auswerte- und Steuerschaltung (19) übermittelt. Bei der Ausbildung nach Fig. 2 ist die Funktion mit der Funktion der Ausbildung nach Fig. 1 identisch. Der Rotor (30) des Elektromotors ist unmittelbar und drehfest mit der Hülse (12) verbunden und läuft mit der Geschwindigkeit der Pumpenockenwelle um. Die Hülse (12) ist durch Dichtungen (31, 32) abgedichtet auf den Wellenstummeln (3) und (6) gelagert. Die den Rotor tragende Hülse (12) weist an ihrer Innenseite das Gewinde (13) auf. Der Stator (33) des Elektromotors ist im Spritzverstellergehäuse (21) integriert. Die Elektromotorbürsten (35) sind im Gehäusedeckel (36) befestigt.

Der Innenraum (37) des Spritzverstellers ist mittels der Dichtungen (31, 32, 38, 39) abgedichtet und mit Schmieröl gefüllt. Zum Druckausgleich zu beiden Seiten der Muffe (8) dient eine Bohrung (40).

PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zur Verstellung des Förderbeginns einer Brennstoffeinspritzpumpe für Einspritzbrennkraftmaschinen, bei welcher in einem ortsfesten Gehäuse die Einspritzpumpenwelle mit einer Antriebswelle mittels einer durch ein mit einer Steuereinrichtung verbundenes Stellglied axial verschiebbaren Muffe mit Innenverzahnungen gekuppelt ist, die in Außenverzahnungen der beiden gleichachsigen angeordneten Wellen eingreifen, von welchen paarweise miteinander in Eingriff stehenden Verzahnungen wenigstens eine schräg zur Achse verläuft, wobei die Muffe in einem Halteelement drehbar gelagert ist und das Stellglied am Halteelement angreift, in Abhängigkeit von Betriebsgrößen elektrisch betätigbar und von einem Elektromotor gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Muffe (8) ein Außengewinde (11) aufweist und in einem Innengewinde (13) des als drehbar gelagerte, gegen axiale Verschiebung gesicherte Hülse (12) ausgebildeten Halteelements verschraubbar ist und daß der Elektromotor (14; 30, 33) an der mit der Einspritzpumpenwelle (1) und der Antriebswelle (Wellenstummel (6)) umlaufenden Hülse (12) angreift und zur Relativverdrehung derselben gegenüber der Muffe (8) beschleunigbar bzw. verzögerbar ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Elektromotor (14) mit einem Stirnrad (15) versehen ist, das mit einer Außenverzahnung der Hülse (12) kämmt (Fig. 1).

3. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hülse (12) drehfest mit dem Motor (30) des das Stellglied bildenden Elektromotors (30, 33) verbunden ist (Fig. 2).

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens ein die Drehzahl und/oder die Drehstellung erfassender Sensor (17, 18) mit der Antriebswelle (6) und der Einspritzpumpenwelle (3) zusammenwirkt, und daß der oder die Sensor(en) (17, 18) in an sich bekannter Weise mit der Steuereinrichtung (19) verbunden sind.

5

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung (19) einen Komparator enthält, welcher die Signale des mit der Einspritzpumpenwelle (3) zusammenwirkenden Sensors (17) mit den Signalen des mit der Antriebswelle (6) zusammenwirkenden Sensors (18) vergleicht und ein Maß für den Ist-Wert des Einspritzzeitpunktes darstellendes Signal erzeugt.

10

6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Stellglied bei Übereinstimmung des Ist-Wertes des Einspritzzeitpunktes mit dem Soll-Wert desselben für synchronen Antrieb der Hülse (12) mit der Antriebswelle (6) gesteuert ist.

15

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

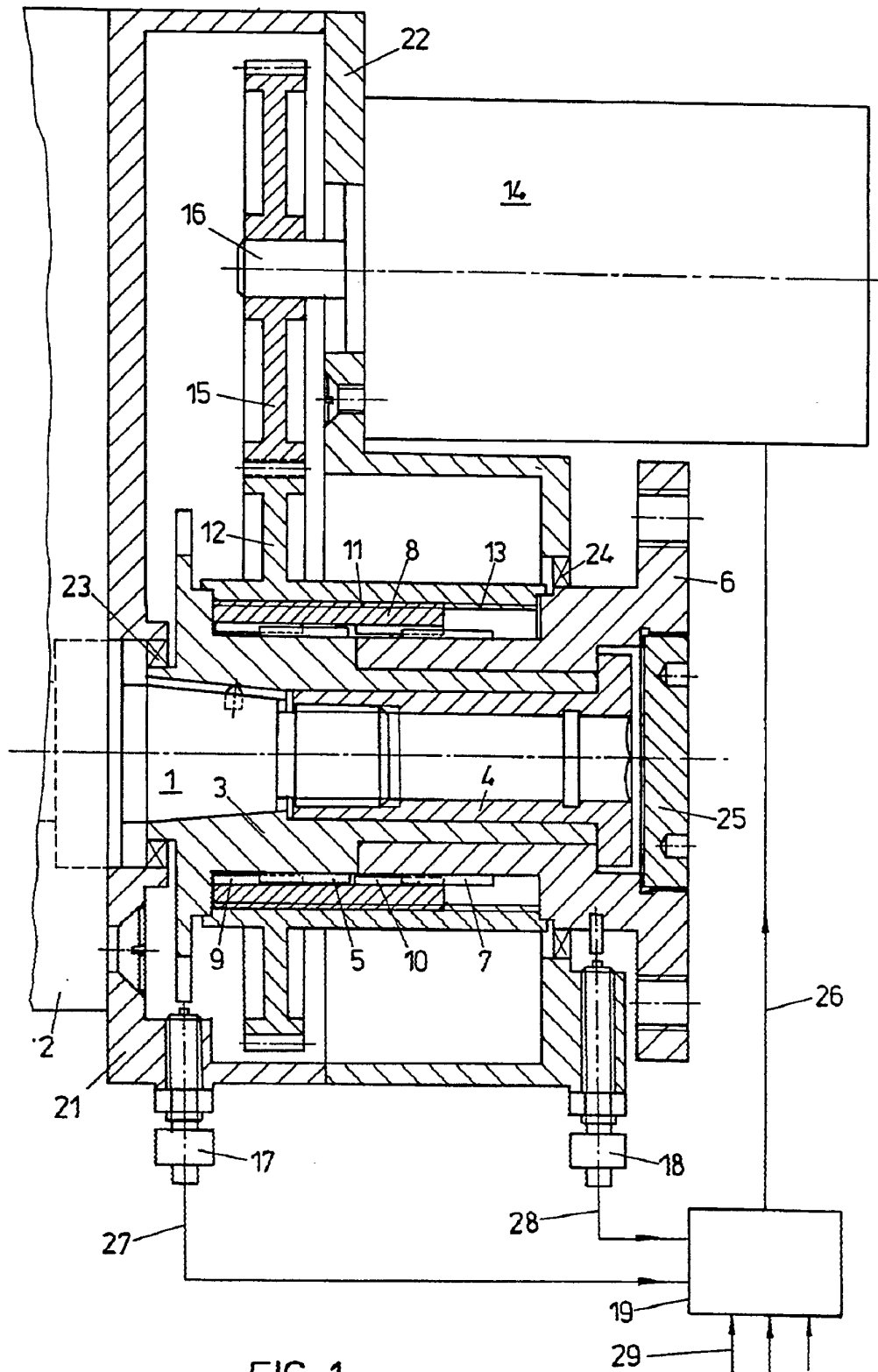


FIG. 1

FIG. 2

